



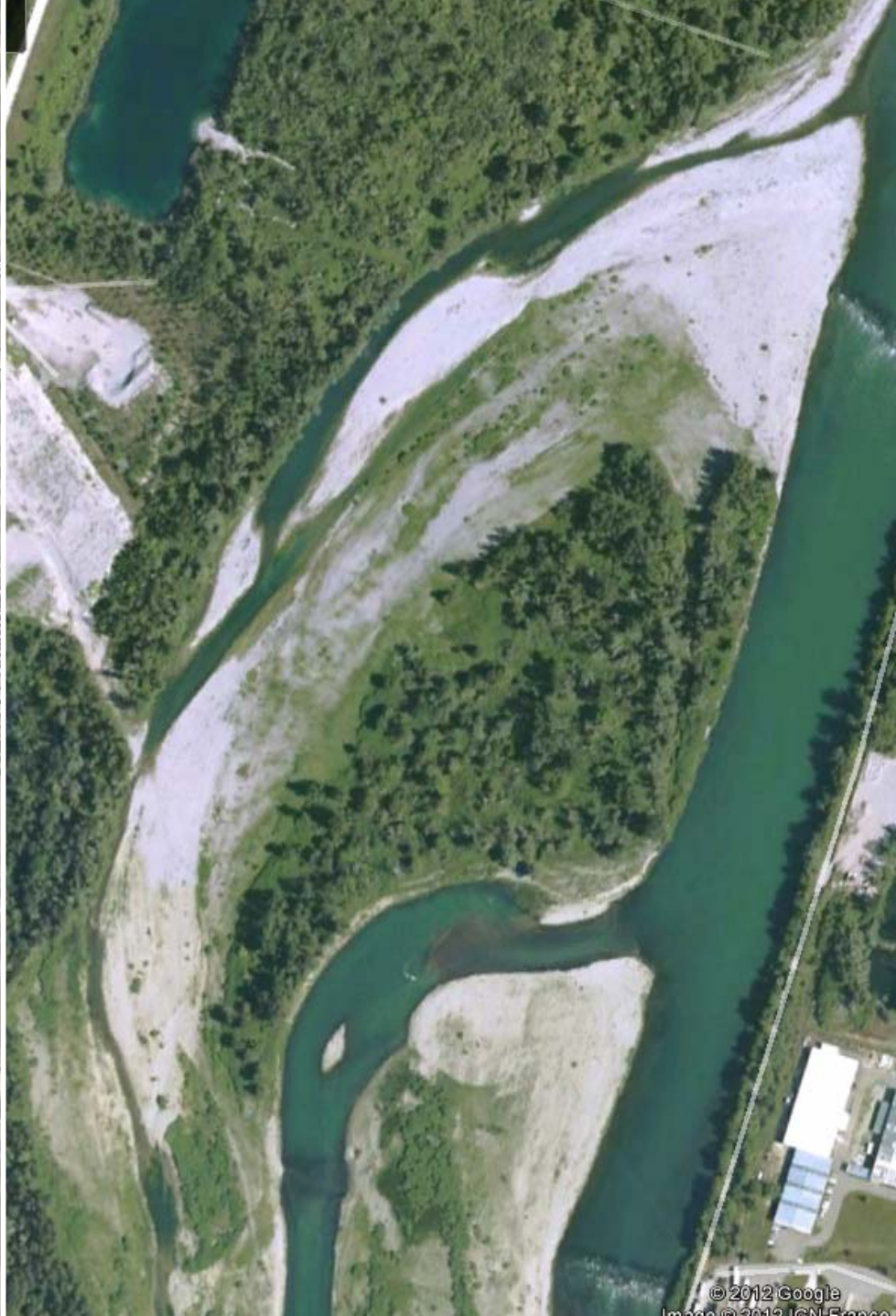
La dynamique des sédiments sur le Rhône : historique et enjeux

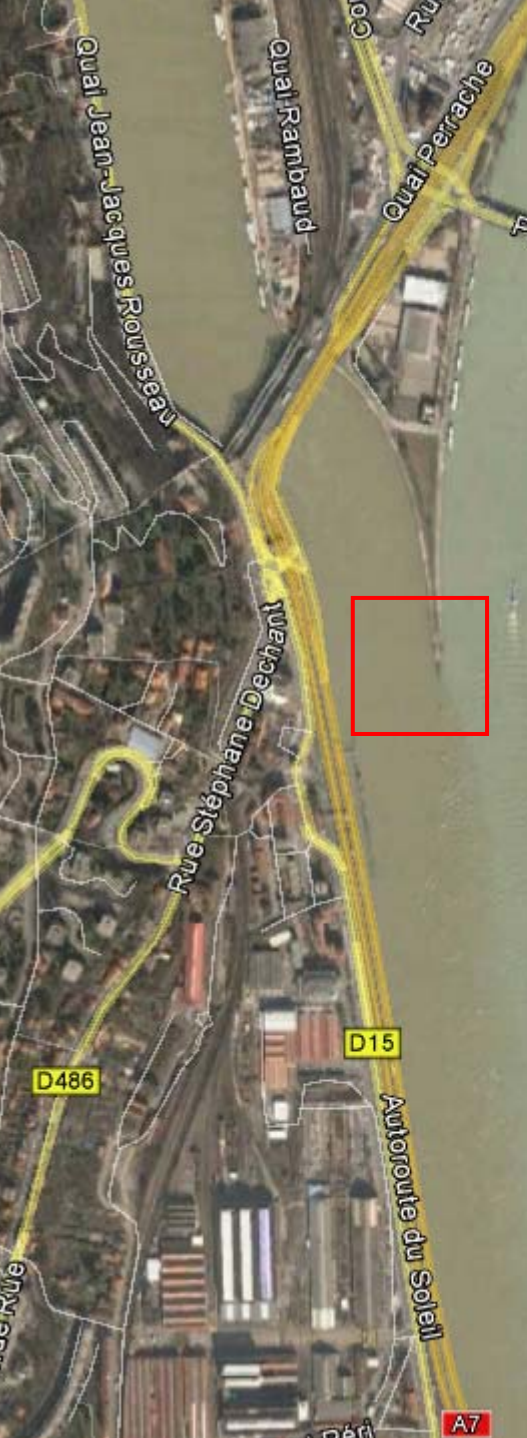
H. Piégay

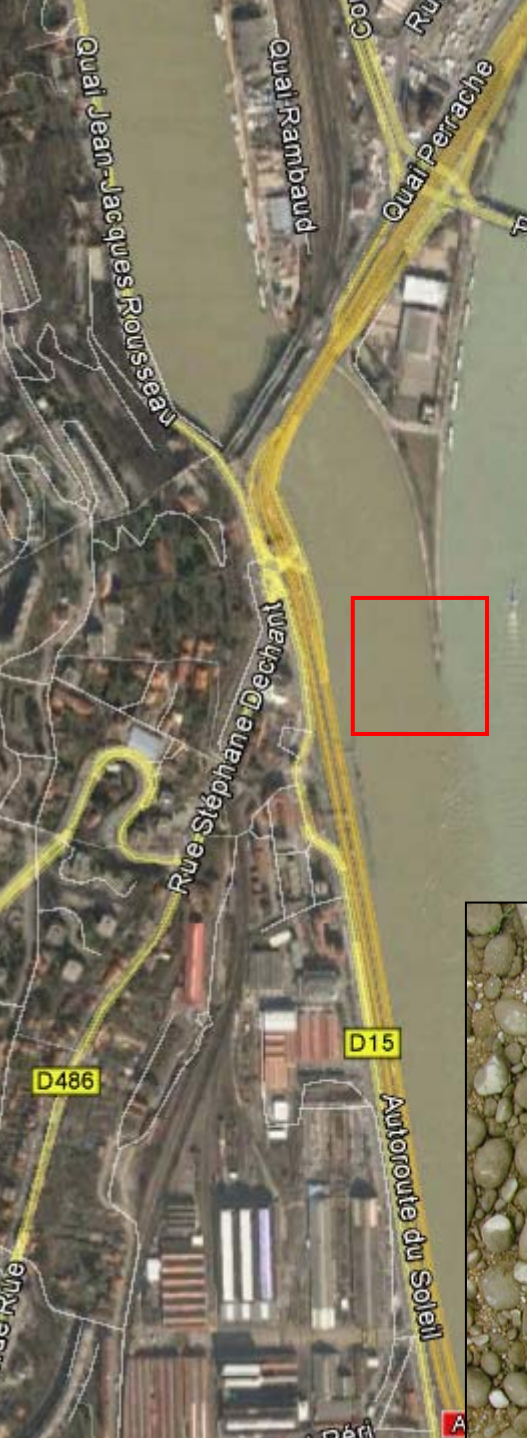
Co-directeur de l'OSR, ENS, Lyon



ZABR

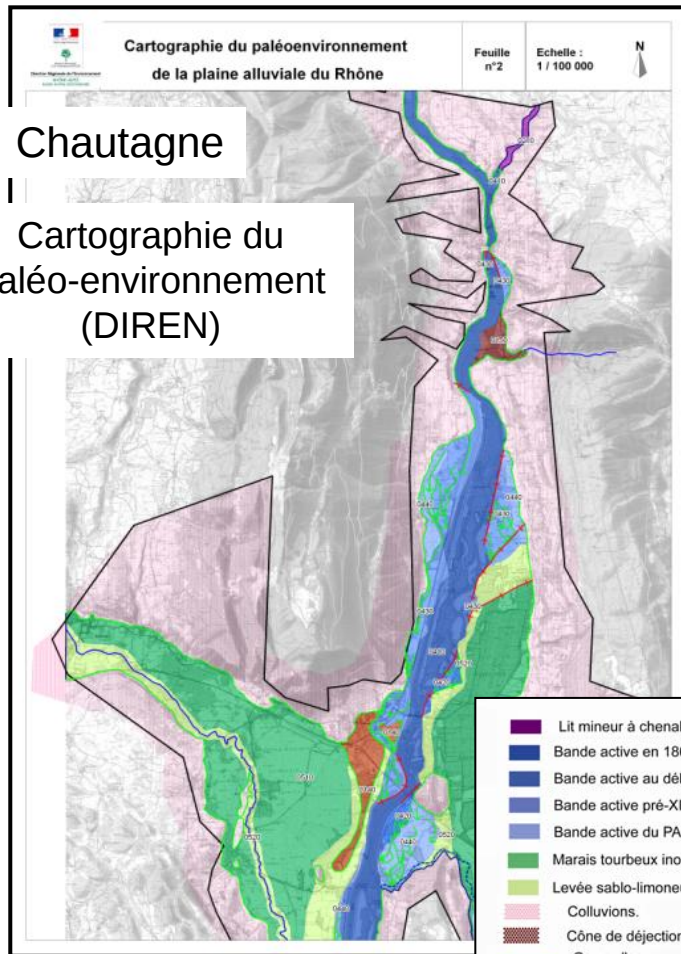






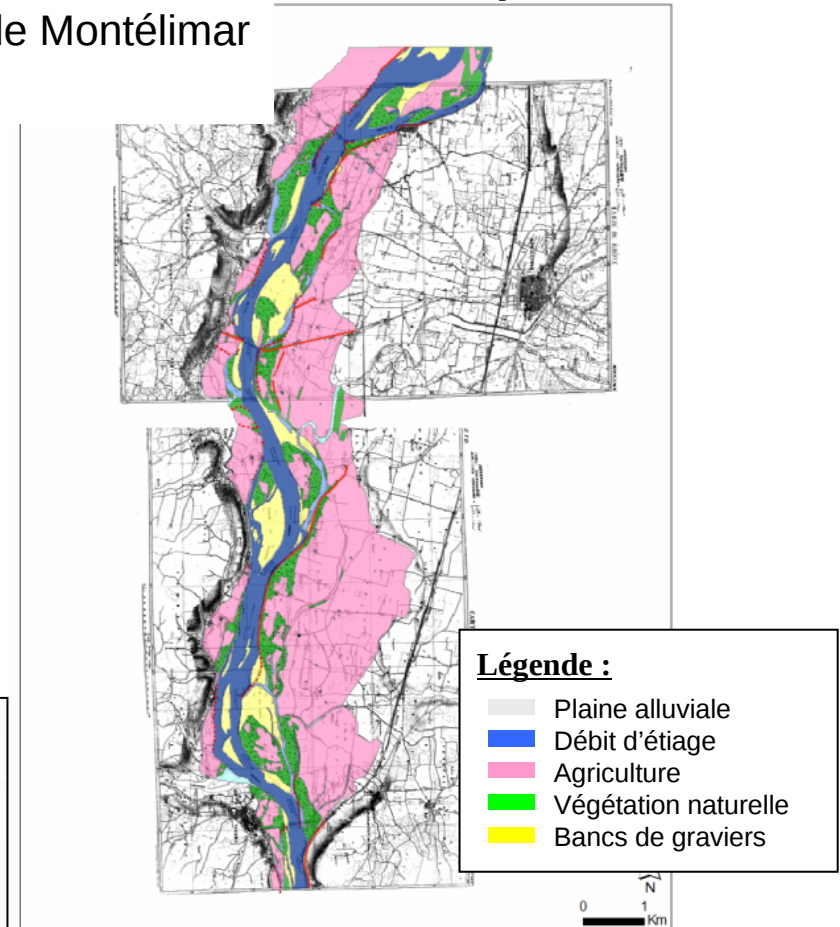
14-19ème siècles (Petit Age Glaciaire) – un fleuve actif, impétueux

Géomorphologie de la plaine



Bande active perchée
Remontée de la nappe alluviale (extension des marécages)
Inondations fréquentes

Gestion des sols dans la plaine inondable Secteur de Montélimar



Agriculture : pâturages dominants
Protections disparates et discontinues contre l'érosion des terres agricoles
Habitations rares et adaptées à l'inondation

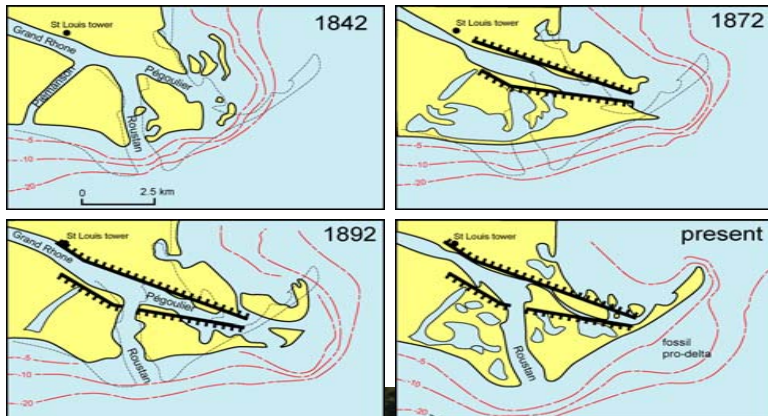


Le temps des « ingénieurs » et la maîtrise des environnements : 1850 et 1930

Régularisation du fleuve pour la navigation



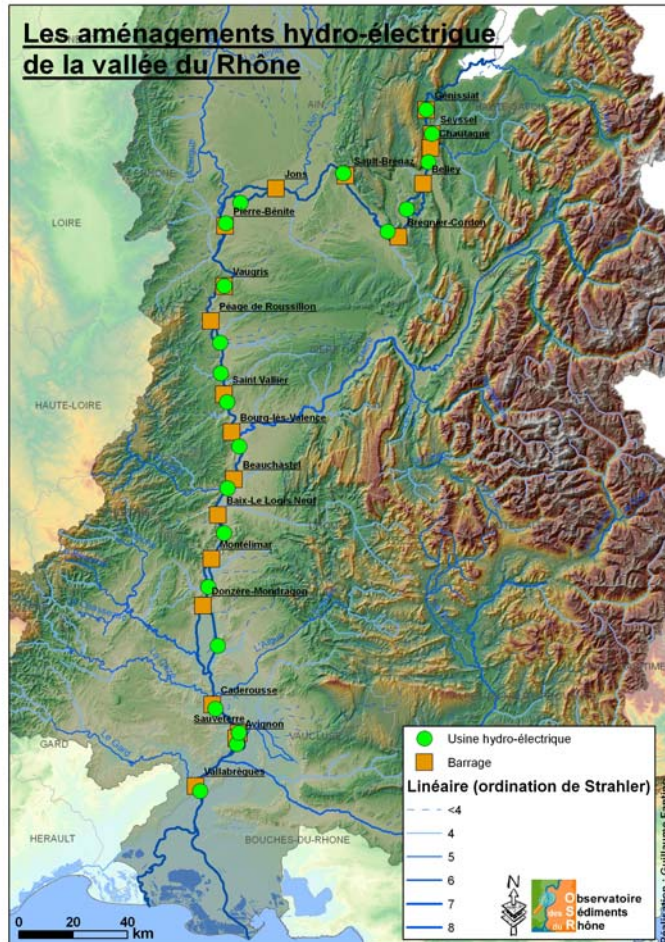
Endiguement et déplacement de l'embouchure



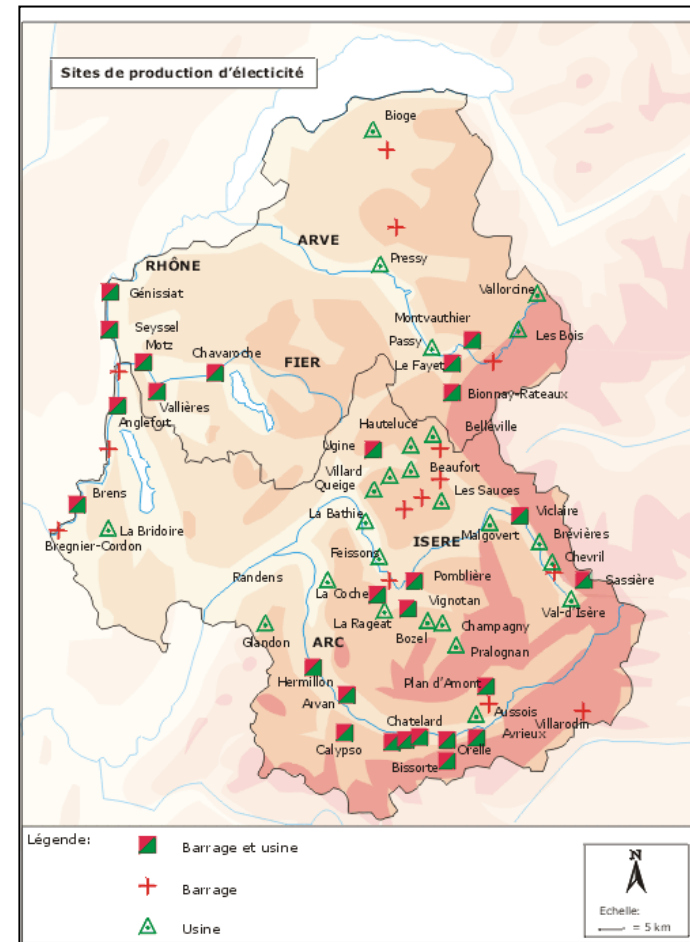
Endiguements et casiers « Girardon » Fermeture des bras secondaires

Le temps des « ingénieurs » et la maîtrise des environnements : 1950 et 1985

Les aménagements hydro-électriques



18 barrages CNR « au fil de l'eau » + Cusset



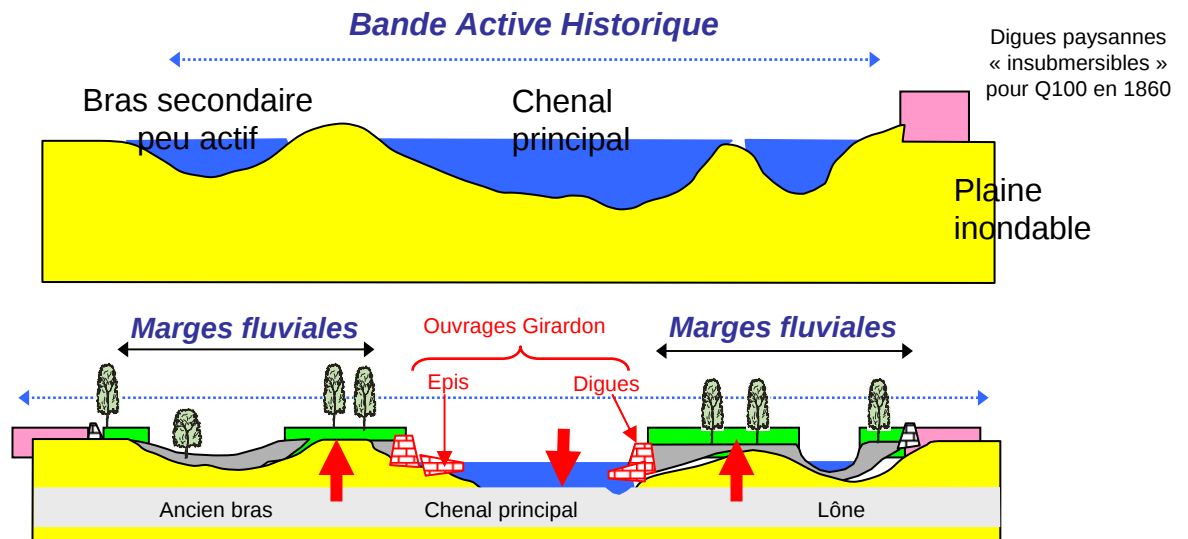
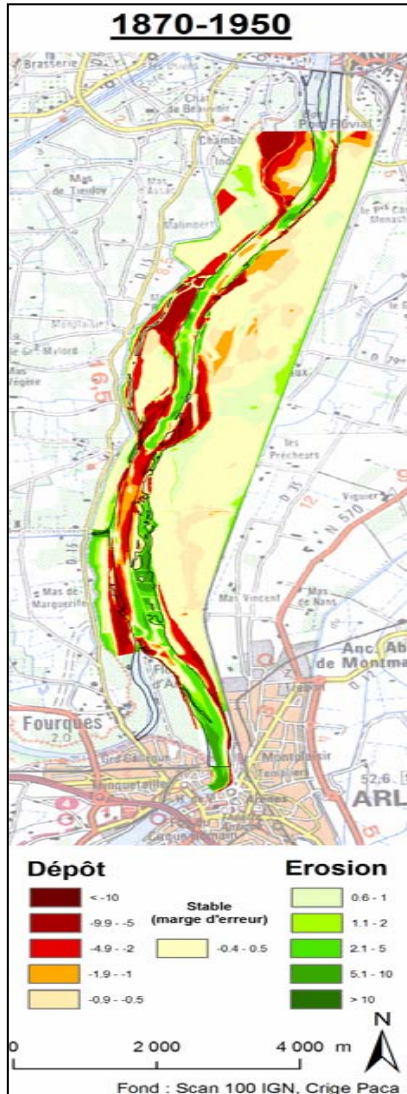
120 réservoirs dans les Alpes du nord
+ Serre-Ponçon et barrages sur la Durance

**+ surexploitation des granulats
dans les lits mineurs
(900.000 m³ depuis 30 ans)**

Beaucaire-Arles

Conséquences géomorphologiques

- Corsetage du chenal
- Incision du plancher du chenal et déstabilisation des ouvrages
- Stabilisation, exhaussement et boisement des marges alluviales



**Gestion
des sols :**

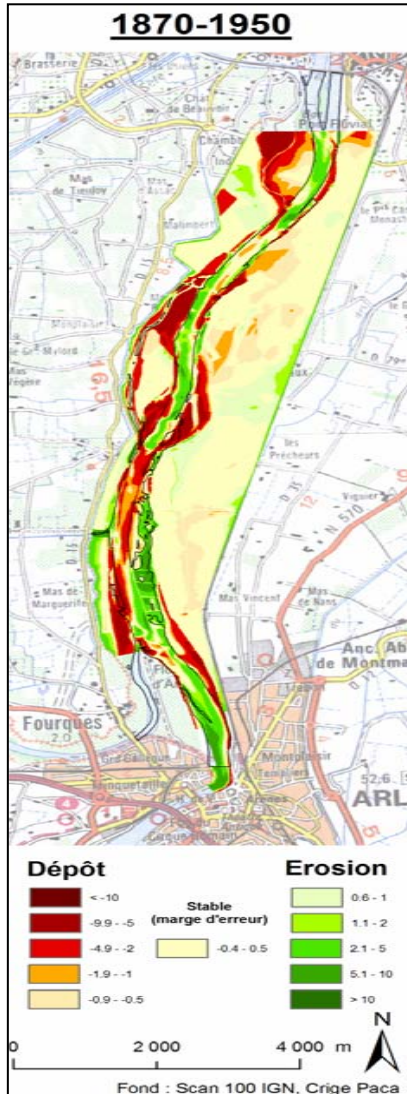
Extension des zones cultivées
Développement de l'habitat, urbanisation



Beaucaire-Arles

Conséquences géomorphologiques

- Corsetage du chenal
- Incision du plancher du chenal et déstabilisation des ouvrages
- Stabilisation, exhaussement et boisement des marges alluviales



**Bilan sédimentaire partiel du stockage (1876-2008)
+ 79.2 Mm³ (d'Orange à la mer)**

Déficit d'apport au littoral

**A partir de 1950...
stockages de contaminants
(RN (¹³⁷ Cs, ²⁴¹ Am) , PCB, métaux lourds,...)**

des sols :

Développement de l'habitat, urbanisation





Recul de la côte du delta : 4 m/an.
Relation avec l'aménagement du BV ?





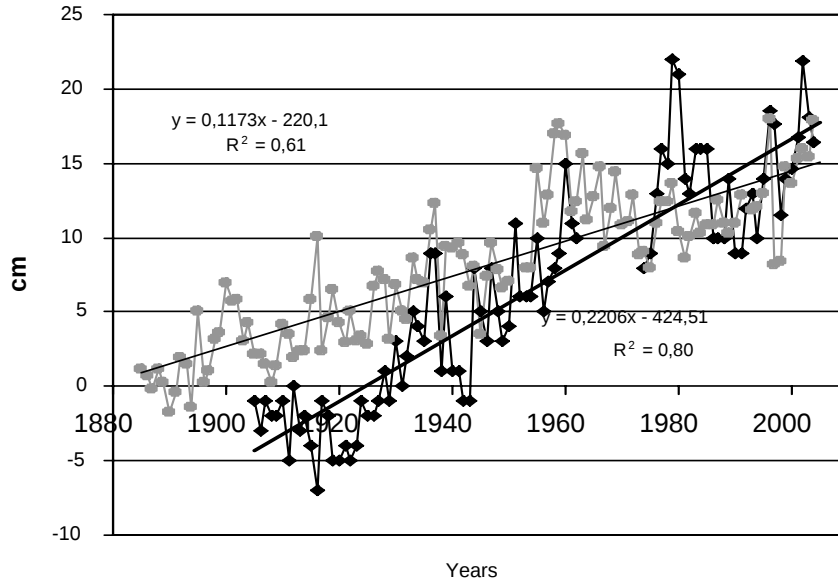
Recul de la côte du delta : 4 m/an.
Relation avec l'aménagement du BV ?



Montée du niveau moyen 1905-2000

Camargue : 2 mm/an

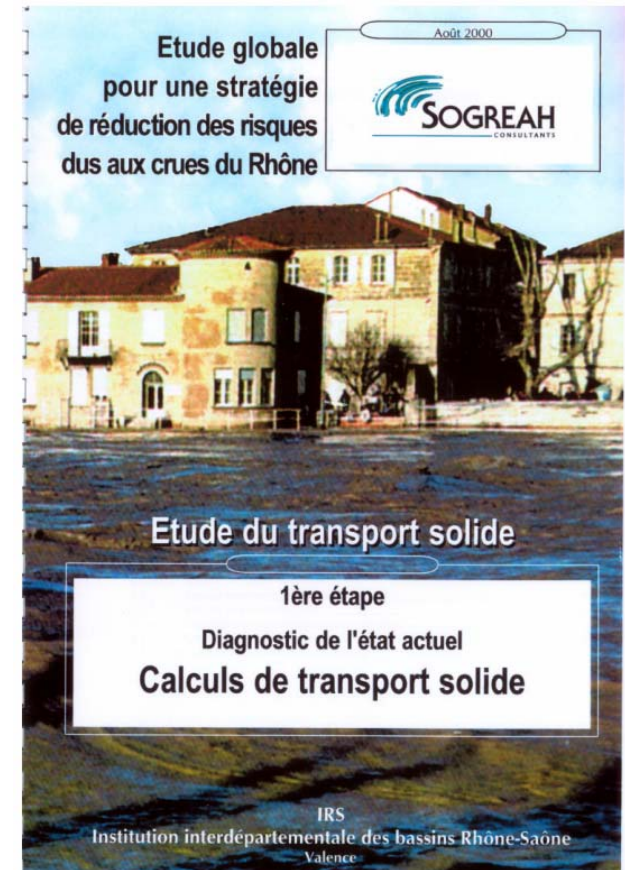
Marseille : 1,2 mm/an



Recul de la côte du delta : 4 m/an.
Relation avec l'aménagement du BV ?

Deux moments forts :

- L'étude globale Rhône, 2000



Deux moments forts :

- L'étude globale Rhône, 2000
- Le rapport Citterio/Vassas, 2005



Perturbation du régime des débits dans les Rhône court-circuités			
AMENAGEMENT	débit de début d'entraînement	fréquence naturelle jours/an	fréquence actuelle jours / an
CHAUTAGNE	392	139	1.1
BELLEY	406	153	2.2
BREGNIER CORDON	422	146	2.6
PIERRE BENITE	1880	47	2.2
PEAGE DE ROUSSILLON	1746	58	4.7
SAINT VALLIER	1639	66	4.7
BOURG LES VALENCE	1757	58	1.1
BEAUCHASTEL	1918	84	4.0
BAIX LOGIS NEUF	1830	95	4.7
MONTELIMAR	1747	110	11.0
DONZERE MONDRAGON	1566	135	11.0
CADEROUSSE	1365	183	14.6
VALLABREGUES	1297	200	15.7





Perturbation du ré

AMENAGEMENT

CHAUTAGNE

BELLEY

BREGNIER CORDON

PIERRE BENITE

PEAGE DE ROUSSILLON

SAINT VALLIER

BOURG LES VALENCE

BEAUCHASTEL

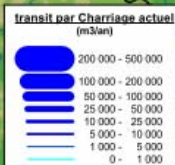
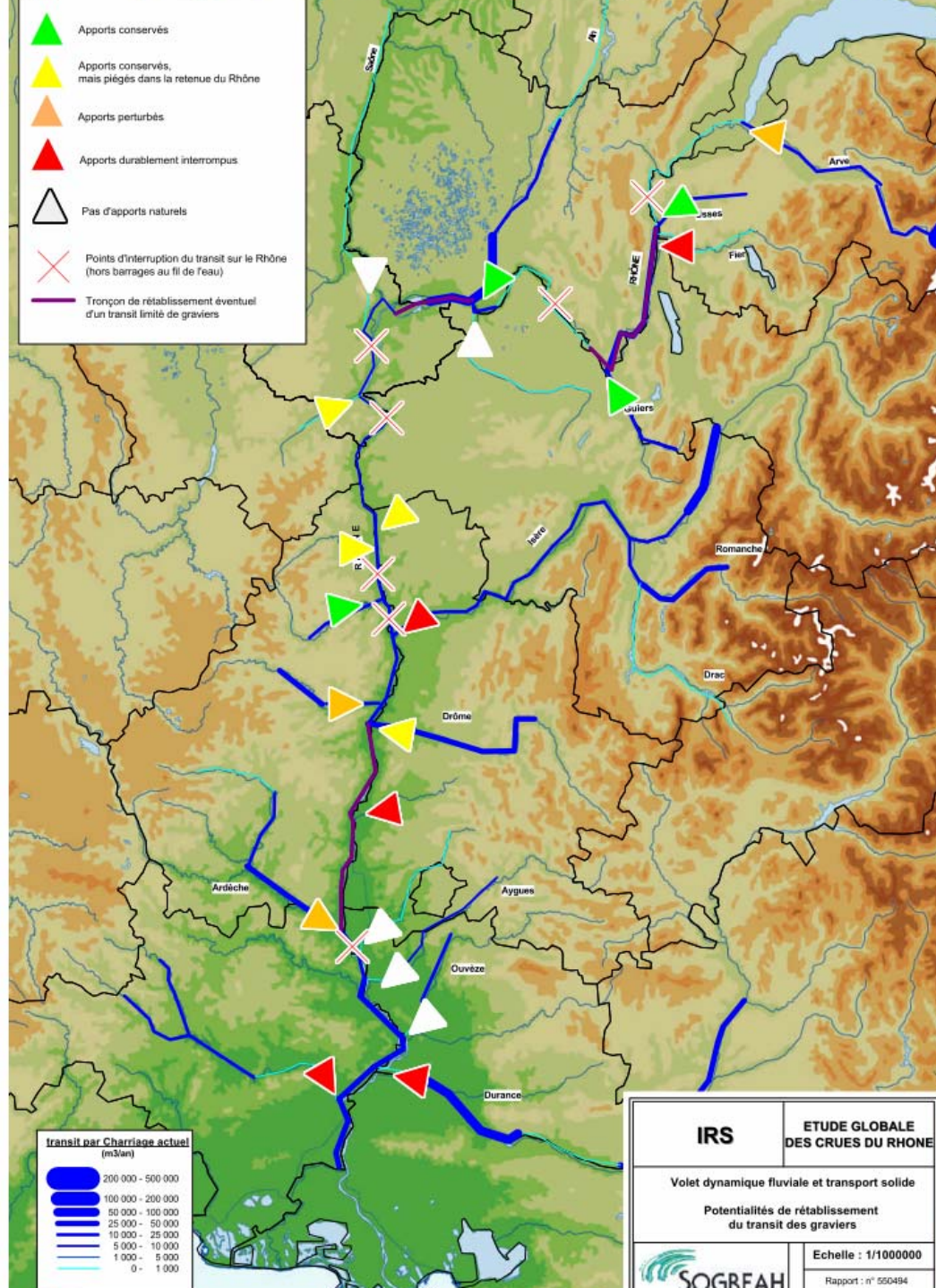
BAIX LOGIS NEUF

MONTELIMAR

DONZERE MONDRAGON

CADEROUSSE

VALLABREGUES



IRS

ETUDE GLOBALE
DES CRUES DU RHONE

Volet dynamique fluviale et transport solide

Potentialités de rétablissement
du transit des graviers

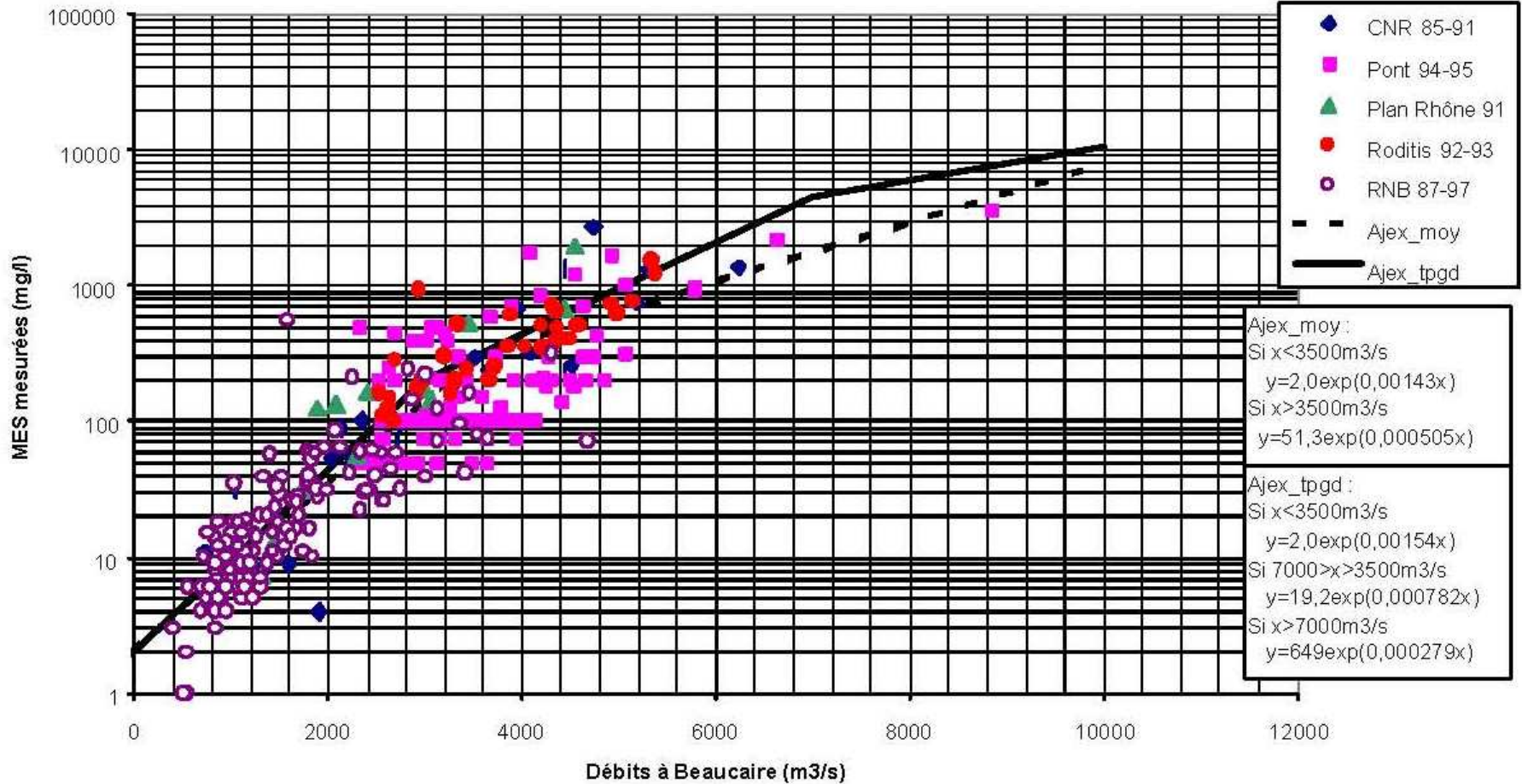
SOGREAH

Echelle : 1/1000000

Rapport : n° 550494

ZABR

Relation ente MES et débit à Beaucaire
Mise en évidence des origines des données
Courbes d'ajustement retenues : Ajax_moy et Ajax_tpgd



une masse documentaire plus importante pour le Rhône amont et aval que pour le Rhône moyen.

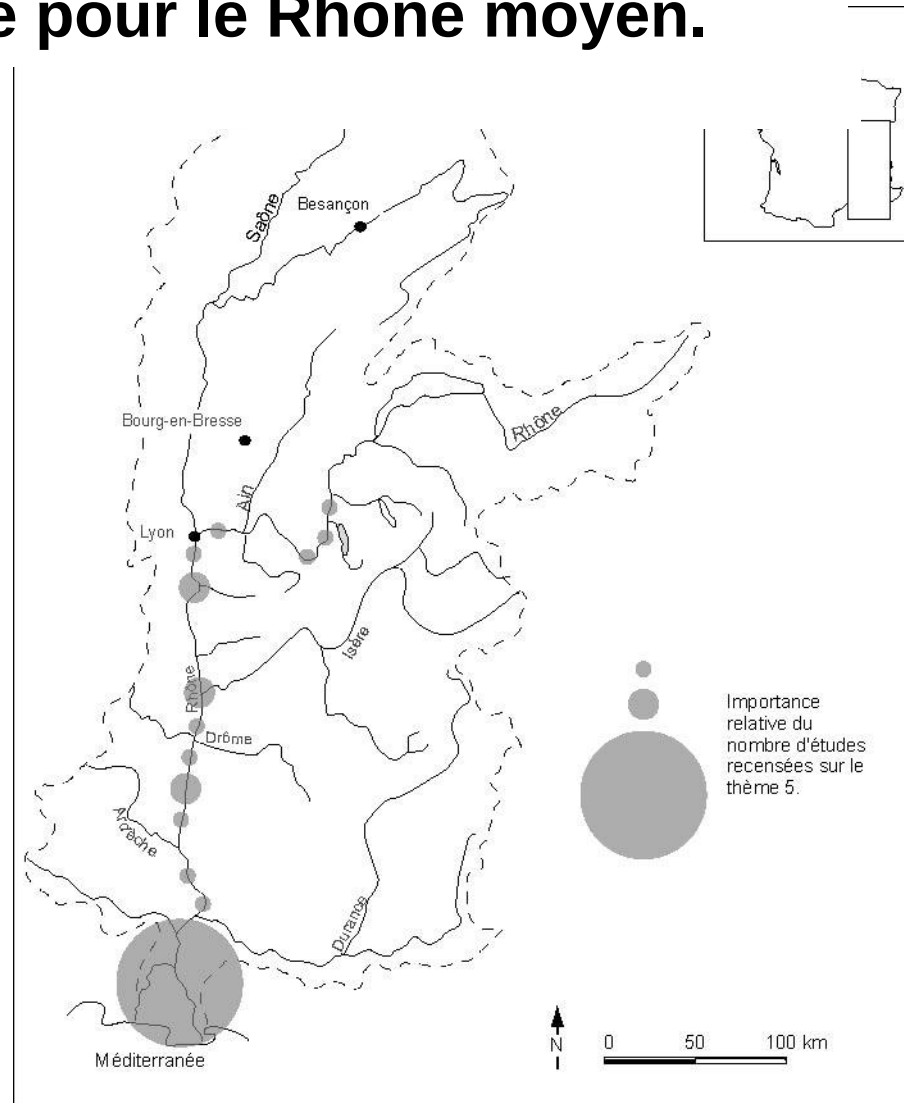
- **Sur le haut Rhône**
 - étude des stocks sédimentaires,
 - suivi des MES,
 - évolution des formes fluviales,
 - transport solide par charriage dans les RCC et les canaux
 - vitesses de sédimentation en plaine alluviale et dans les lônes...)
 - approches pluridisciplinaires biophysi.

Représentation spatiale de la richesse bibliographique sur le thème sédiments / polluants.



une masse documentaire plus importante pour le Rhône amont et aval que pour le Rhône moyen.

- **Sur le haut Rhône**
 - étude des stocks sédimentaires,
 - suivi des MES,
 - évolution des formes fluviales,
 - transport solide par charriage dans les RCC et les canaux
 - vitesses de sédimentation en plaine alluviale et dans les îlons...)
 - approches pluridisciplinaires biophysi.
- **Sur le Rhône au sud de Pont-St-Esprit**
 - le transit et le bilan sédimentaire dans les deux bras du Rhône, sur le delta et à l'embouchure du Rhône,
 - les polluants avec notamment les rejets de l'usine de Marcoule.



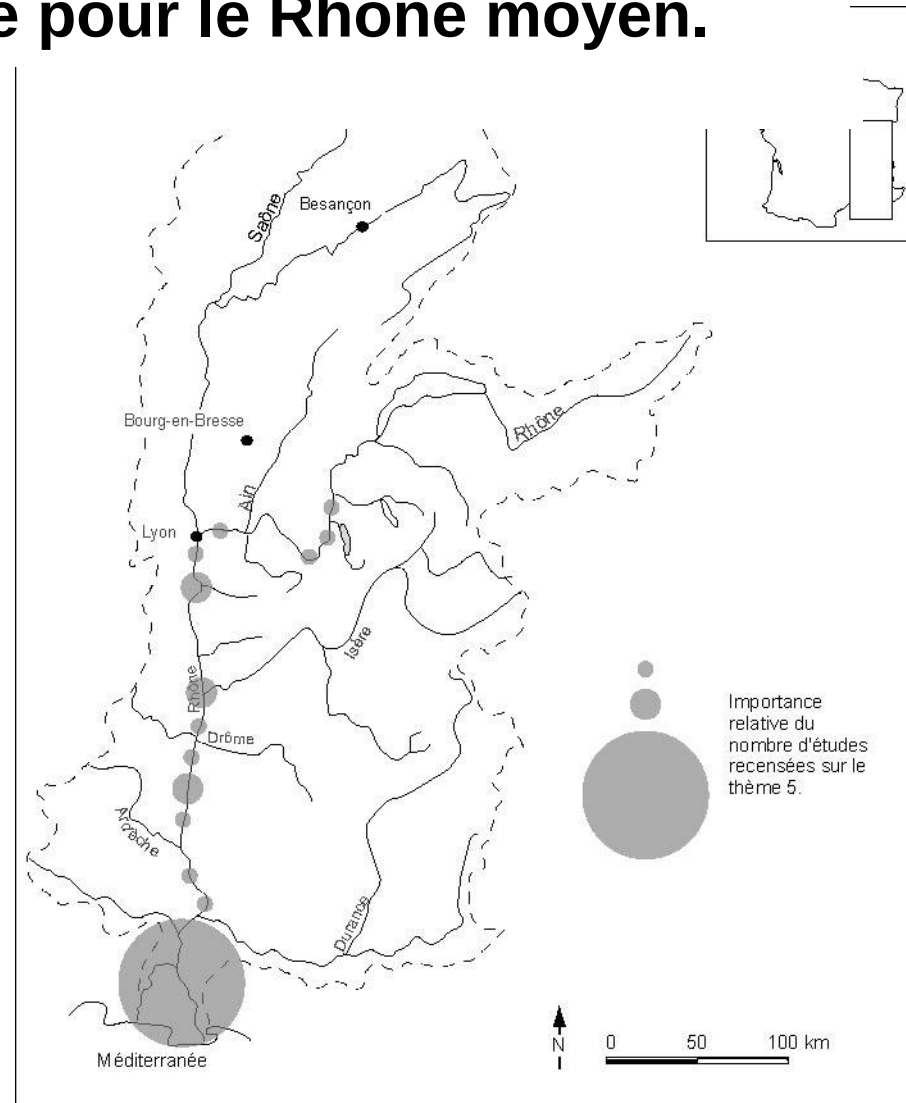
Représentation spatiale de la richesse bibliographique sur le thème sédiments / polluants.



une masse documentaire plus importante pour le Rhône amont et aval que pour le Rhône moyen.

- **Sur le haut Rhône**
 - étude des stocks sédimentaires,
 - suivi des MES,
 - évolution des formes fluviales,
 - transport solide par charriage dans les RCC et les canaux
 - vitesses de sédimentation en plaine alluviale et dans

- **Le Rhône moyen / surtout : Péage-de-Roussillon et Donzère-Mondragon.**
 - milieux d'intérêt écologique : chenal actif, milieux interstitiels, îlots, casiers, plaine alluviale...
 - Mais rares sont les travaux qui considèrent le sédiment comme élément majeur et qui mettent en relation les dynamiques sédimentaires et les communautés vivantes. Ces milieux sont étudiés sur tout le linéaire du Rhône et ses marges.



Représentation spatiale de la richesse bibliographique sur le thème sédiments / polluants.



le 21^{ème} siècle, un point de vue nouveau, **d'autres choix d'aménagement, expériences et recherches en cours**

2003, une rupture importante

Crue centennale et inondations dans le corridor méridional et le delta
Fortes tempêtes

Prise de conscience

- de l'unité du bassin-versant/corridor fluvial
- de la solidarité amont/aval
- des limites de la protection par les ouvrages



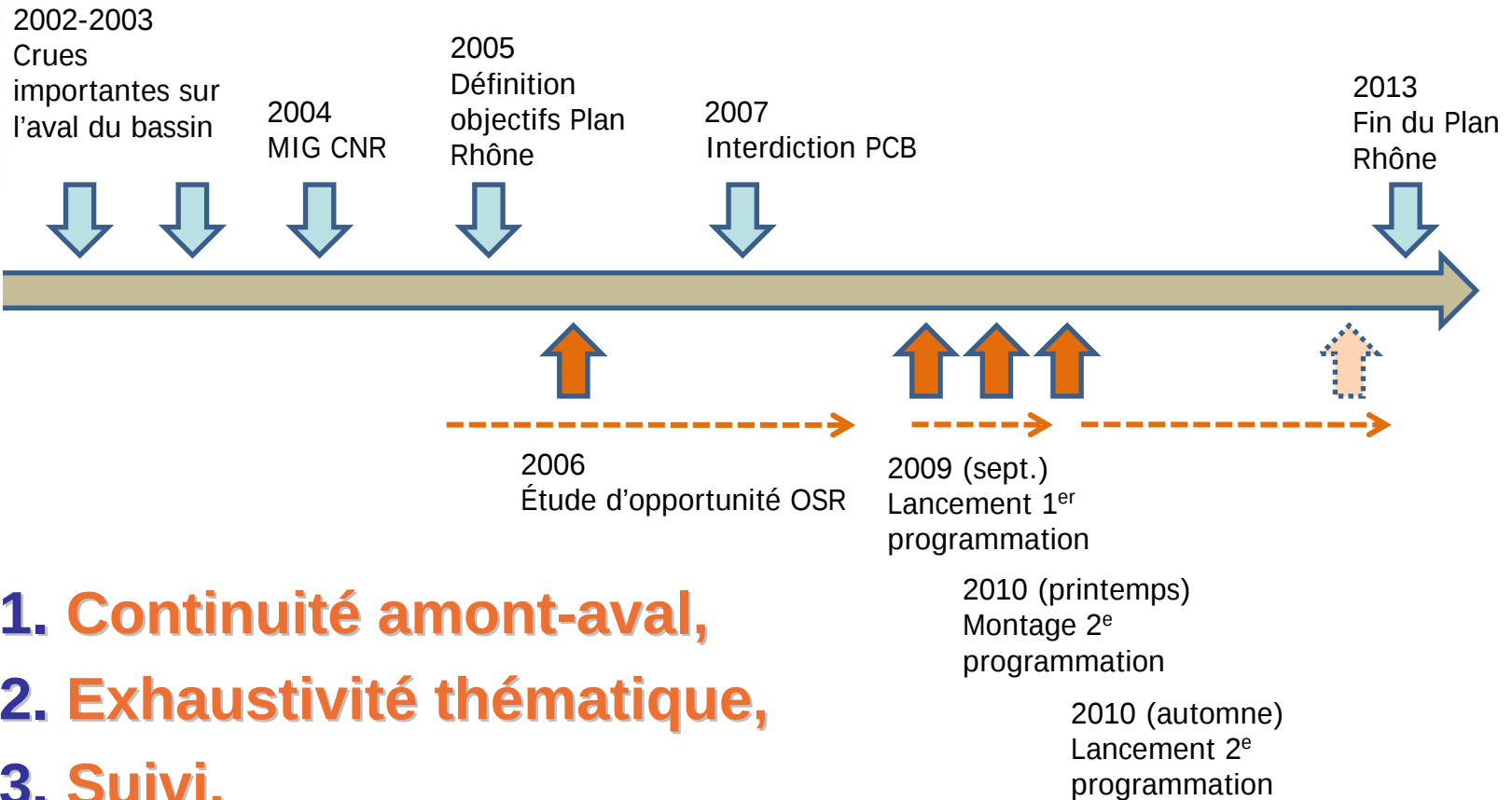
Changements de paradigmes,
Réussir un développement durable, vivre avec le fleuve

Elaboration et mise en œuvre du Plan Rhône

De nouvelles pratiques de gestion et d'aménagement

Création de l'Observatoire des Sédiments du Rhône

Contexte et montage de l'OSR



1. Continuité amont-aval,
2. Exhaustivité thématique,
3. Suivi,
4. Echanges/confrontations,
5. Lien avec actions/préoccupations publics





Le site d'observation

- corridor rhodanien, du Léman à la Méditerranée



Objet de l'observation

- sédiments et dynamiques sédimentaires
- compartiments étudiés :
 - chenal (RCC, Rhône total, retenue)
 - marges, annexes fluviales, lit moyen
 - delta (embouchure, plages connexes)



Une recherche interdisciplinaire sur l'ensemble du corridor du fleuve

➤ une initiative de deux Zones-Atelier



géographie, géomorphologie fluviale



géomorphologie fluviale, géochimie (pollution métallique)



hydrologie, hydraulique, géochimie (pollution organique), écotoxicologie



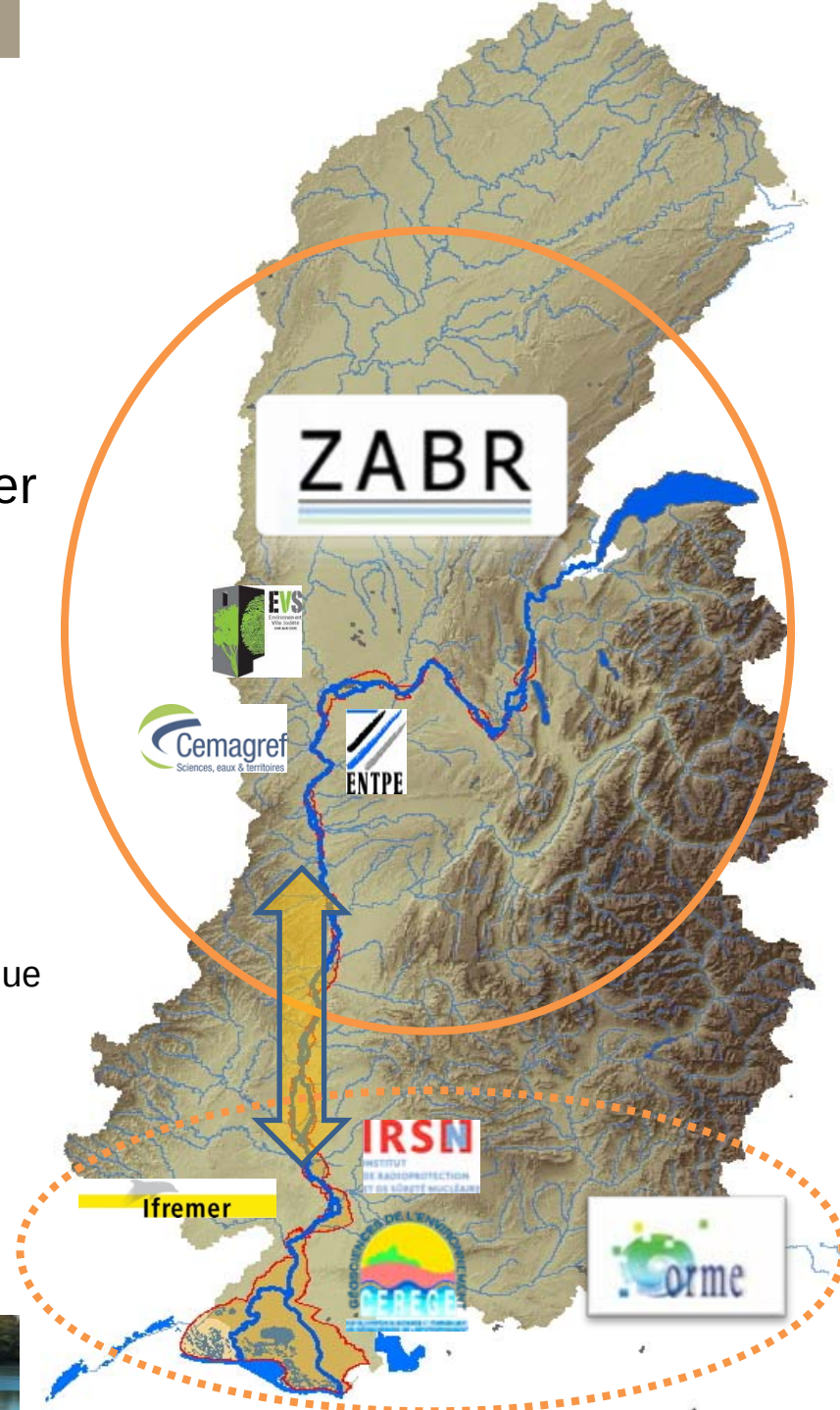
sédimentologie, géochimie (pollution organique ; datation isotopique), écotoxicologie



géochimie (pollution radionucléide ; datation isotopique), hydrologie et géomorphologie fluviale



géochimie (pollution organique)



Objectifs et enjeux gestionnaires

Vision stratégique OSR sur 5 à 10 ans - Démarches méthodologiques

Morphologie
(lien sédiments – crue)

Transport solide et
évolution littorale

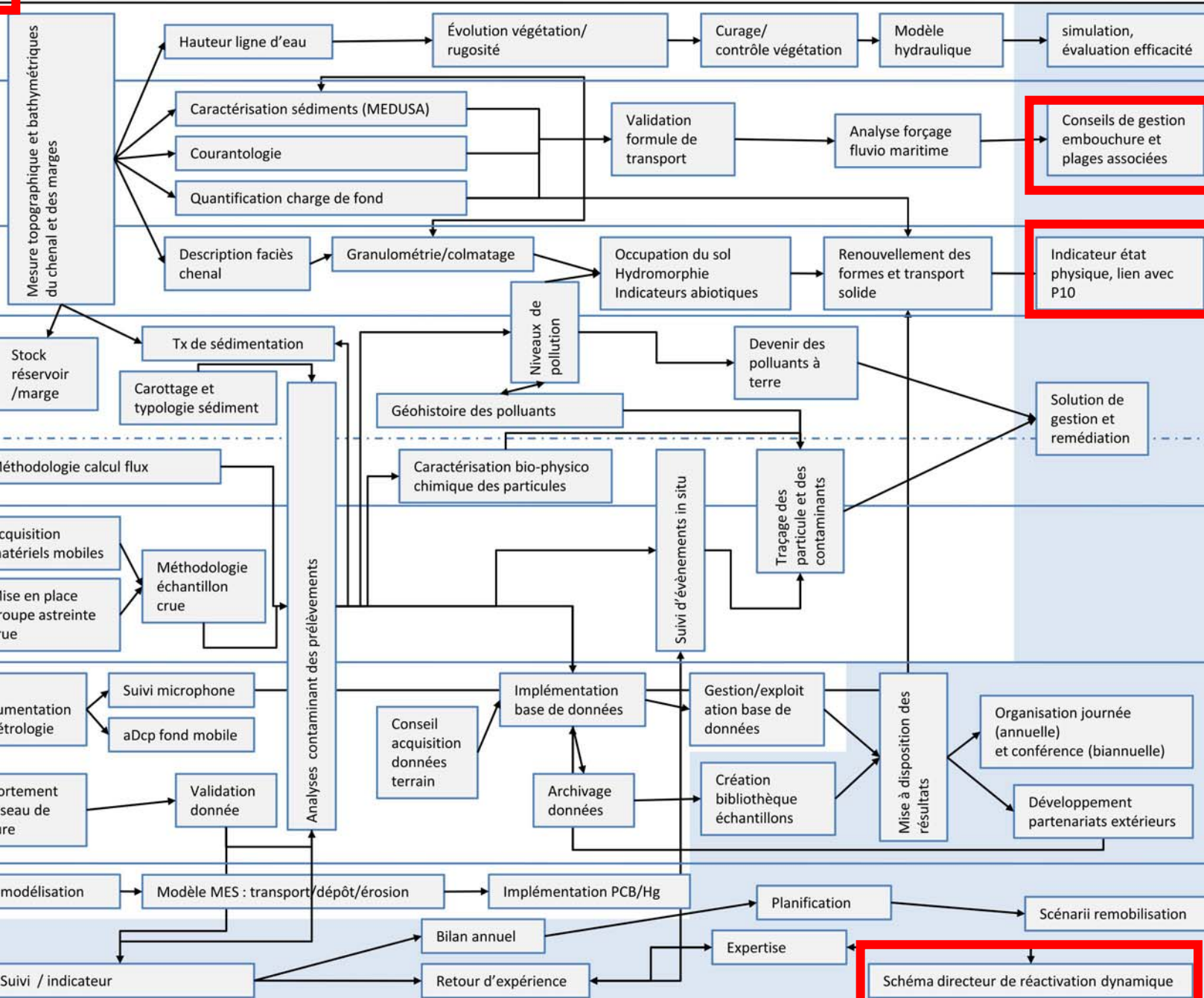
Bon état
écologique des
milieux physiques

Sources et
transfert
MES/
polluants
associés

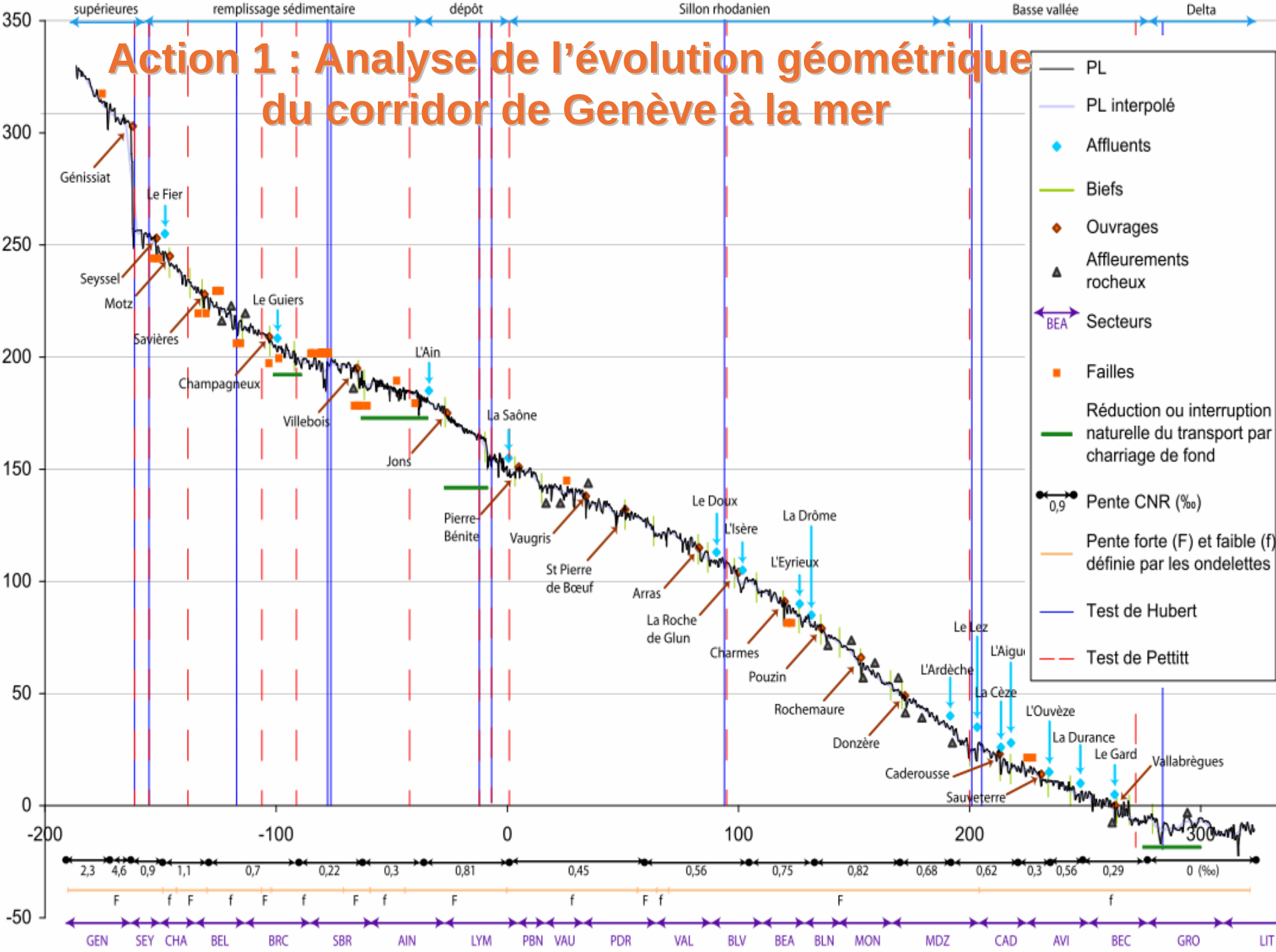
Impacts
d'opérations
ponctuelles
Crue/chasse/dra
gée

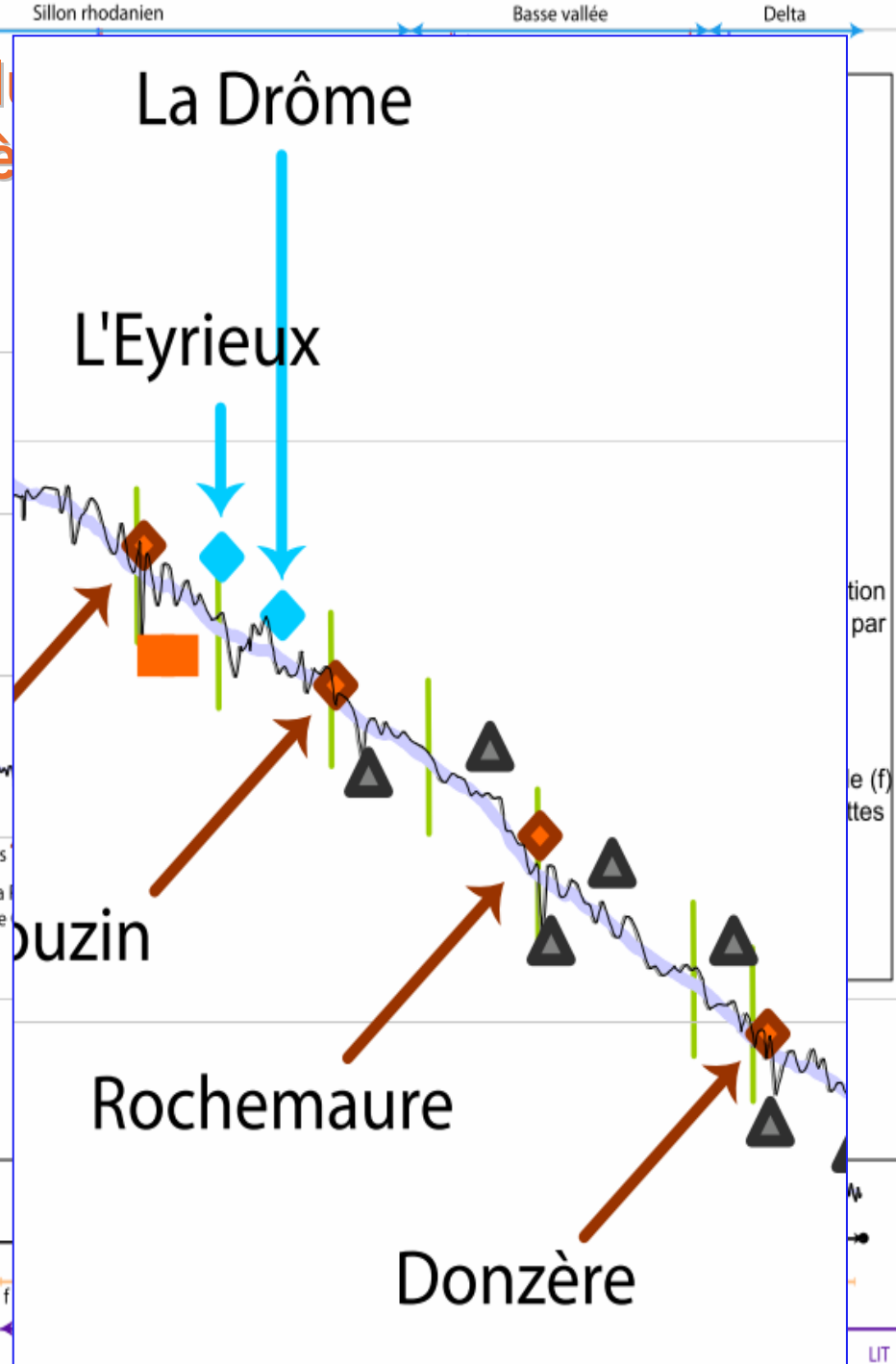
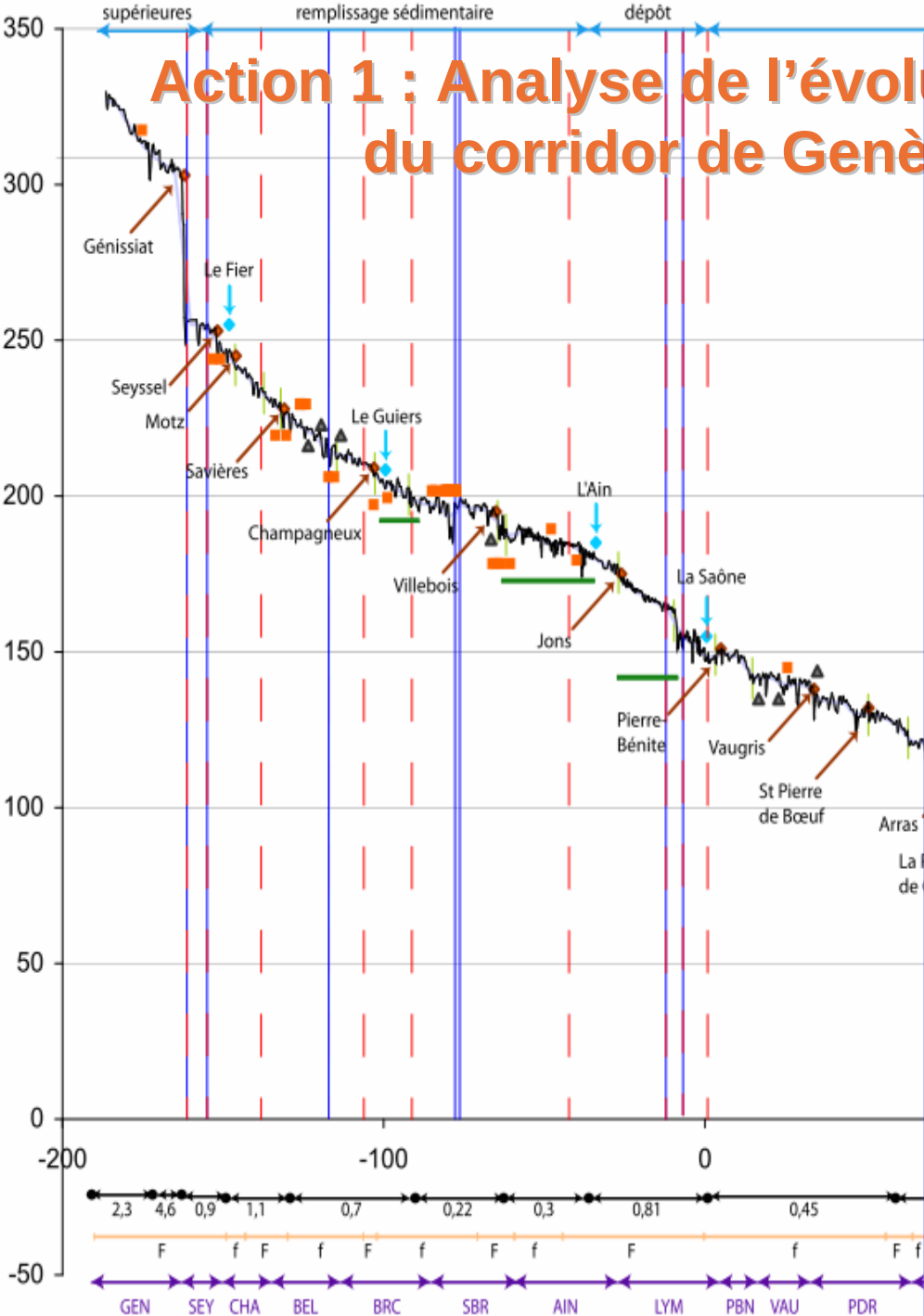
Données/porté à
connaissance

Outils d'aide à la
décision

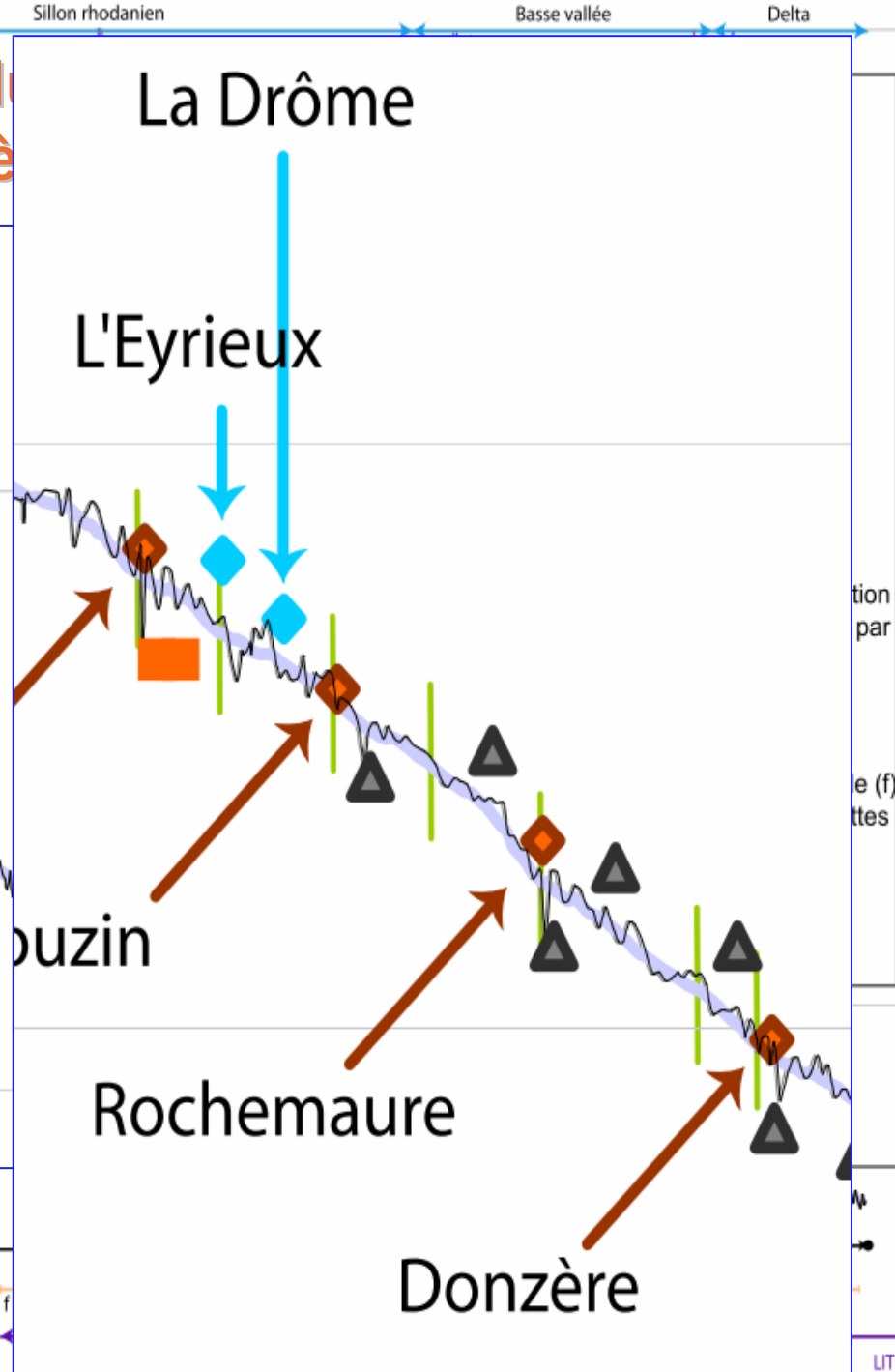
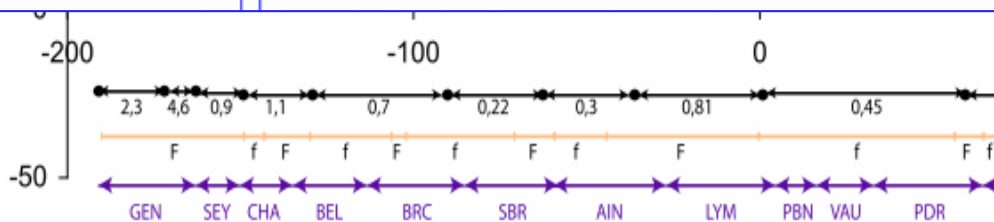


Action 1 : Analyse de l'évolution géométrique du corridor de Genève à la mer



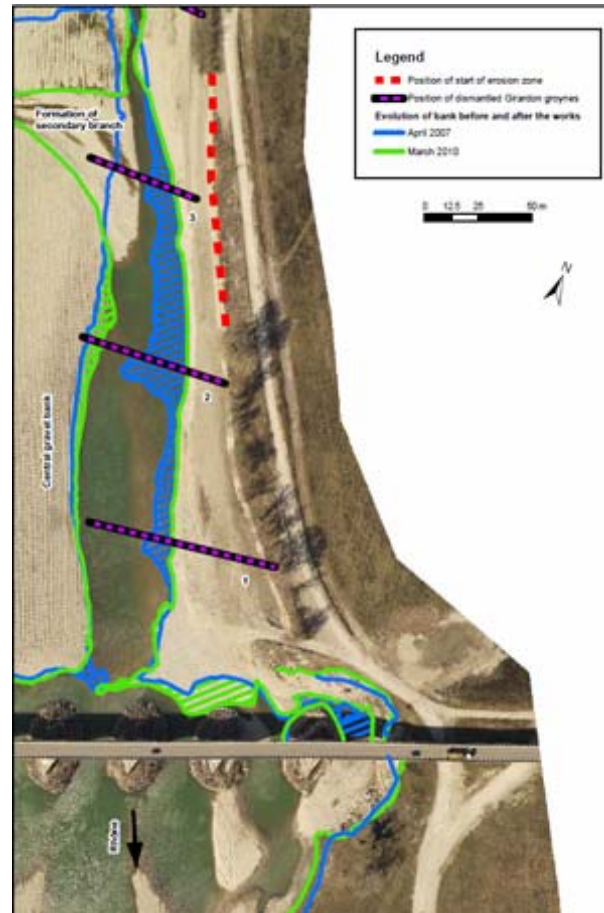


E. Parrot, thèse en cours



Action 3 Schéma directeur de remobilisation de la dynamique fluviale (thèse P. Gaydou, UMR 5600)

Réactivation de la dynamique fluviale par démantèlement des ouvrages Girardon



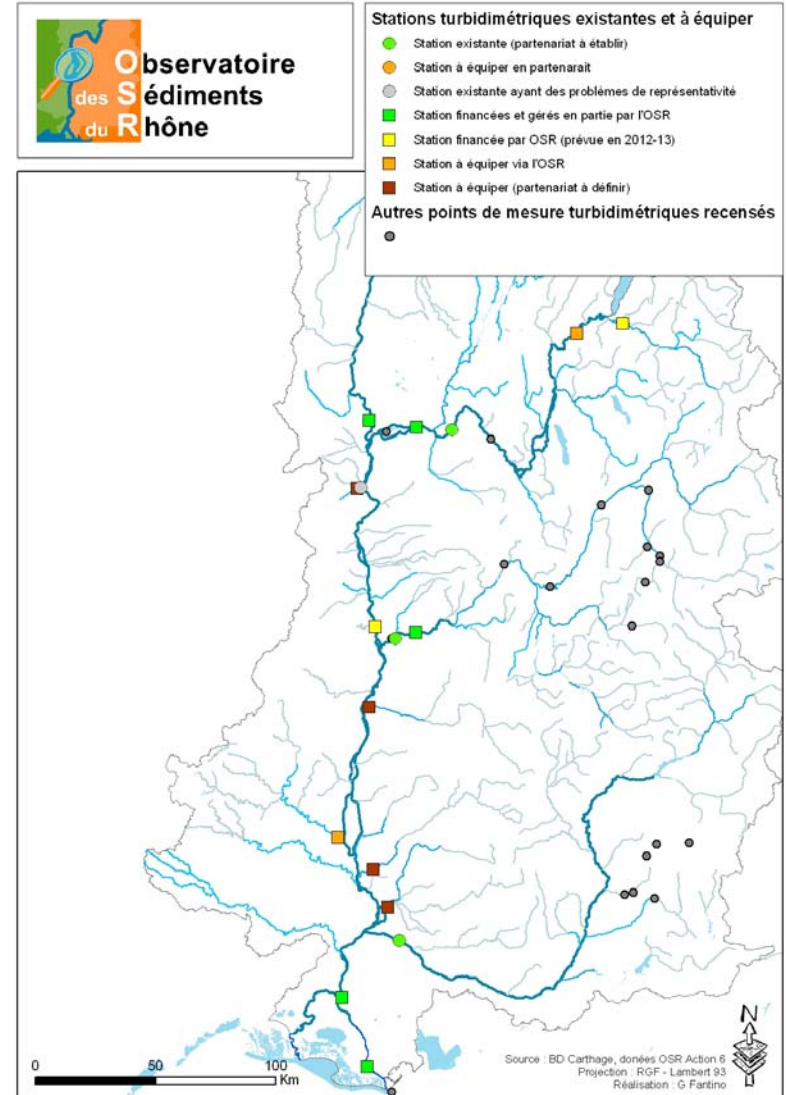
Action 6 : Consolidation du réseau de mesure de flux

* poursuite de la construction et consolidation d'un réseau de mesure des flux à l'échelle du Rhône :

- stations turbidimétriques
- stations d'observation : Arles et Jons
- mesures acoustiques (HADCP)

* établissement des flux particuliers : analyse des données existantes et avancées méthodologiques :

- analyse des données du réseau Eau-MES (1991-2009) de l'Agence de l'Eau
- bilan de flux liquides, dissous et particuliers sur le bas-Rhône
- estimation des flux à la mer
- méthodologies de calcul des flux et d'estimation des incertitudes associées



Action 8 : Suivi et retour d'expérience sur des évènements

* Méthodes pour le prélèvement de MES et les analyses de contaminants :

- développements, comparaison et qualification d'équipements adaptés (filtration, centrifugation, pièges, échantillonneurs...)
- rédaction et partage des protocoles



Piège à sédiment



Préleveur automatique de la station de Jons

* Suivis d'événements naturels et artificiels sur le Rhône et les affluents :

- crues Sud en novembre 2011
- crues Nord en janvier 2012
- dragage CNR du Pontet 2011
- préparation du suivi de la chasse du Haut-Rhône de juin 2012 et participation au comité de suivi des chasses

Des scientifiques au chevet de la rivière d'Ain

Environnement. Des techniciens de l'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture ont effectué des analyses de sédiments, hier, sur la rivière d'Ain, profitant de la crue importante du cours d'eau.

Ce n'était pas un temps à mettre un scientifique dehors, hier, et encore moins sur le bord de la rivière d'Ain, avec une pluie diluvienne qui s'abatait au cœur des pays d'Ain. Deux techniciens de l'Irstea (Institut de recherches scientifiques et techniques de l'environnement et de l'agriculture ; ancien Cemagref, ndr) étaient sur la rive gauche de l'Ain en début d'après-midi, à hauteur de Pont-d'Ain, pour profiter de la crue de la rivière d'Ain.

Leur objectif : l'étude des sédiments et des matières en suspension chargées par la rivière en période de crue. Cette étude menée sur le terrain permet d'identifier les sédiments et les matières en suspension pour détecter éventuellement l'origine de la pollution au PCB en aval sur le Rhône. Pas de crainte à avoir sur la présence de PCB dans la rivière d'Ain. « Il s'agit de vérifier sur les affluents du Rhône, ce qui peut être la cause de cette pollution, et de vérifier en période de forte



Hier, des scientifiques ont étudié les sédiments de la rivière d'Ain en période de crue. Photo Henri Barth

crue, ce que les affluents charient, pour ensuite effectuer des analyses en laboratoire », expliquait Marina Launay, qui effectue actuelle-

ment une thèse sur les sources de pollution au PCB et au mercure dans le Rhône. Les scientifiques, installés au bord de l'Ain, ont effectué des

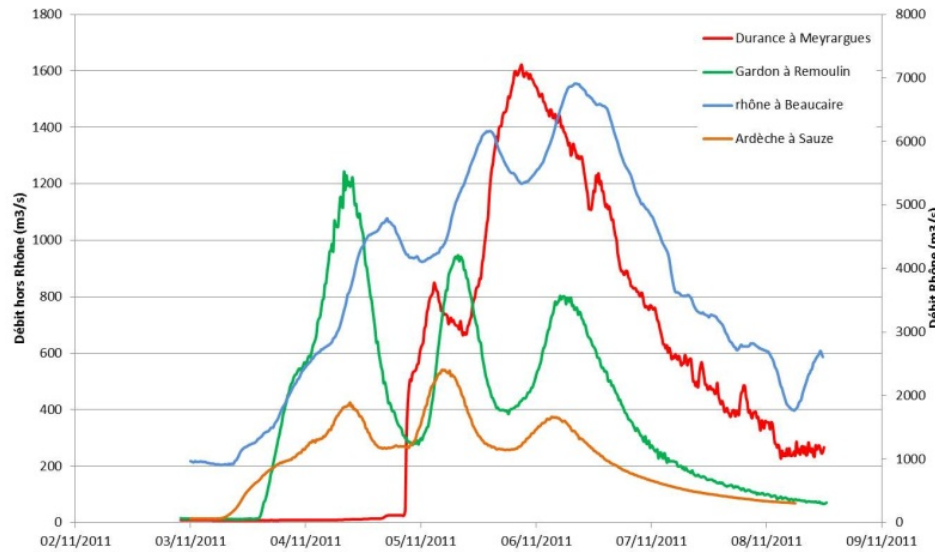
prélèvements par l'intermédiaire d'une pompe, ce qui a permis de mettre en valeur les sédiments par l'intermédiaire d'une centrifugeuse. ■

10 ■ LE PROGRES - MARDI 3 JANVIER 2012

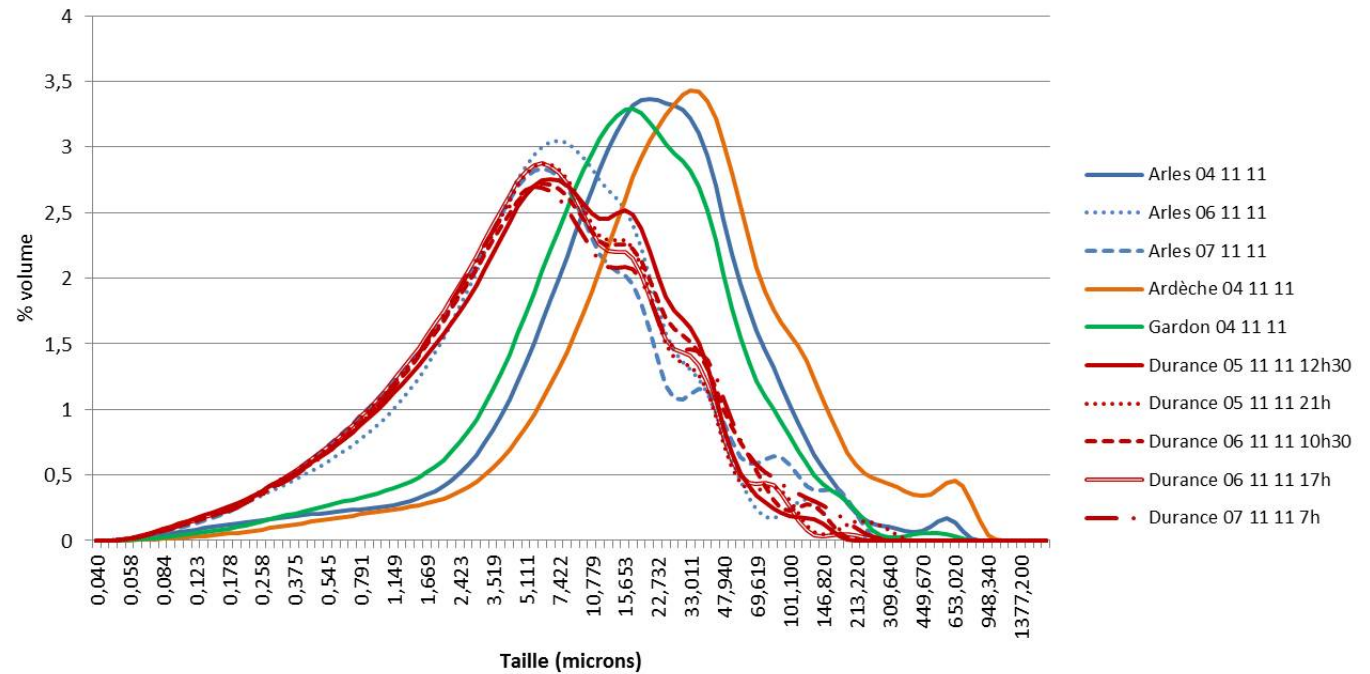
article du Progrès sur une centrifugation MES de l'Ain



Débits de la crue de début novembre 2011



Courbes granulométriques des MES



Action 10 : Modélisation

* Construction et validation d'un modèle hydraulique

1D du Rhône :

- du Léman à l'Isère
- représentation des ouvrages et des arrivées des principaux affluents
- écoulement, solutés, MES, substances particulières
- calcul sur plusieurs décennies
- code MAGE-ADIS-TS (Irstea)
- simulation de différents scénarios sur le système Miribel-Jonage durant les chasses
- traçage fluorescent en 2011 pour un meilleur calage de la propagation/diffusion

* Perspectives :

- calage sur les suivis de la chasse 2012
- extension du modèle jusqu'à la mer
- paramétrage des processus liés au mercure et aux PCB

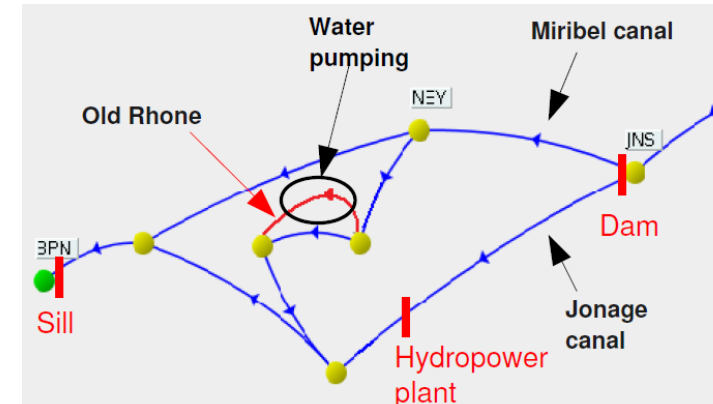


Schéma des biefs du modèle sur le système Miribel-Jonage



Merci à toute l'équipe de l'OSR et à nos partenaires !

- G. Fantino
- M. Provansal, O. Radakovitch,
- M. Tal, E. Parrot, G. Raccasi, D. Sabatier
- F. Sabatier
- JP. Bedell, B. Mourier, Y. Perrodin
- JP. Bravard, P. Gaydou
- J. Le Coz, M. Coquery, F. Eyrolle, C. Antonelli, M. Launay, H. Angot, S. Gairoard, A. Mayer,
- B. Camenen, JB. Faure, E. Andries
- K. Michel, P. Dussouillez



Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Union Européenne, DREAL de bassin, Agence de l'Eau RM&C, Compagnie Nationale du Rhône, Régions Rhône Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Electricité de France

